

**LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN:
UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA**

MIKEL NAVARRO

Documento de trabajo, nº 26. Octubre 2001.



LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA

MIKEL NAVARRO ARANCEGUI

Catedrático de economía de la ESTE-Universidad de Deusto
mnavarro@ud-ss.deusto.es

1. NACIMIENTO Y DIFUSIÓN DE ANÁLISIS DE SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

El término Sistema Nacional de Innovación (SNI) aparece por primera vez en una publicación en el libro de Freeman (1987) sobre la innovación en Japón, aunque el propio Freeman (1997) señala que el término fue propuesto inicialmente por Lundvall, como título de una serie de artículos que habían de recogerse en el apartado 5 del libro de Dosi et al. (1988). La cuestión es que, casi simultáneamente en el tiempo, una serie de conocidos analistas de la literatura de la economía de la innovación (Freeman, Lundvall, Nelson...) coincidieron en el objeto de análisis elegido y en la designación que al mismo otorgaron: SNI.

En poco tiempo el concepto y tipo de análisis se extendió entre los economistas y dio lugar a tres notables publicaciones, en las que colaboraron un significativo y cualificado número de analistas, editados respectivamente por Lundvall (1992b), Nelson (1993) y Edquist (1997b). Pero no sólo fue objeto de gran atención por parte de los estudiosos del cambio técnico, sino que también una serie de renombrados organismos oficiales lo hicieron suyo y lo impulsaron en sus grupos de trabajo y publicaciones. Así, hoy día la OCDE, la Comisión Europea y la UNCTAD utilizan dicho concepto como parte integral de su perspectiva analítica. E incluso en organismos tales como el Banco Mundial y el FMI, organizaciones más jerarquizadas y en las que la preponderancia del enfoque neoclásico es más evidente, comienzan a apreciarse cambios en favor de su aceptación.

El nuevo marco conceptual no se restringió además al estudio de los sistemas de innovación nacionales, sino que, como veremos más adelante, al poco tiempo de su

aparición una serie de analistas comenzaron a aplicarlo al ámbito regional y al ámbito sectorial. Aunque, como también comprobaremos a lo largo de este trabajo, hay diferentes versiones o variedades entre los analistas de los sistemas de innovación, hay una serie de puntos comunes que permiten hablar de un marco conceptual de sistemas de innovación (véase Edquist 1997a):

- La innovación se sitúa en el centro del análisis y, ligada a la misma, los procesos de aprendizaje (especialmente, en la versión Aalborg)
- Un enfoque holístico (esto es, que trata de englobar todos los determinantes de la innovación que son importantes) e interdisciplinar (ya que se toman en cuenta factores no sólo económicos, sino también institucionales, organizacionales, sociales y políticos).
- Una perspectiva histórica, que se justifica por el hecho de que las innovaciones se desarrollan a lo largo del tiempo (es necesario un cierto tiempo desde la invención técnica, a su transformación en una innovación económicamente importante y a su amplia difusión) y las innovaciones, organizaciones e instituciones, tecnologías, regiones e incluso países son dependientes del camino (“path dependent”).
- Reconocimiento de las diferencias existentes de unos sistemas de innovación a otros y de la inexistencia de un sistema óptimo.
- Énfasis en la interdependencia (inherente en la idea de sistema) y una visión no lineal del proceso de innovación.
- Papel central otorgado a las instituciones (y organizaciones).

Convendría añadir, para finalizar, que toda esta serie de trabajos que hacían suya la terminología de sistemas de innovación, coincidieron con otra serie analistas o corrientes que, aunque usando una terminología y desde unos orígenes distintos de los de la economía de la innovación, habían llegado a tomar como objeto de análisis una realidad que en gran medida se solapaba con la anterior. Entre tales corrientes cabrían destacar las siguientes:

- En primer lugar, los análisis de Porter (1990), que en su conocido libro *The Competitive Advantage of Nations* señala en repetidas ocasiones que “la ventaja de una nación en una industria se explica esencialmente por el estímulo que ejerce la nación base (“home nation”) en la mejora competitiva y la innovación” (pág. 70) y que la teoría por él propuesta “debe explicar el papel de la nación en el proceso de innovación” (pág. 20), si bien, ciertamente, el análisis de Porter del proceso de innovación no alcanza la profundidad o complejidad que se puede encontrar en los autores de la línea de los SNI.¹ La atención prestada por Porter

¹ Más aún, sus afirmaciones (véase, por ejemplo, pág. 73) de que acontecimientos tales como las invenciones o los avances en tecnologías básicas cabría incluirlos en un factor suerte (“chance”), adicional a sus cuatro famosos determinantes de la ventaja nacional constituyentes del famoso diamante, inducen a pensar a algunos autores (por ejemplo, a Marceau 1994) que Porter no introduce la variable

a la innovación se ha visto acrecentada en algunos de sus estudios más recientes (vid Stern, Porter y Furman 2000), en los que, como el título de su publicación claramente pone de manifiesto, se toman como objeto específico de análisis “Los determinantes de la capacidad innovadora nacional”, a semejanza de lo que persiguen los analistas de los sistemas de innovación.

- La corriente que podría denominarse “variedades del capitalismo”, compuesta por autores tales como Withley (2000), que se centran en el análisis de las diferentes estructuras institucionales que se encuentran en las economías desarrolladas y en cómo tales diferencias dan lugar a diferencias en la capacidad para competir en determinados tipos de producción o sectores de actividad.
- Los análisis llevados a cabo por la corriente denominada “Sistemas sociales de innovación y producción”, constituida fundamentalmente por analistas franceses tales como Amable, Petit, Boyer..., que se caracterizan por dar un mayor énfasis a los aspectos sociales y de recursos humanos y porque, aunque atribuyen un específico papel a la innovación, no reducen su análisis a las instituciones y organizaciones involucradas directamente con las actividades científicas y tecnológicas (tal como hace la versión restrictiva de los SNI) o no consideran el fenómeno científico y tecnológico como el núcleo de su marco teórico y no plantean su análisis institucional como un movimiento progresivo desde el núcleo de instituciones y organizaciones involucradas directamente con la ciencia y la tecnología hacia otras instituciones u organizaciones situadas más afuera (tal como esta corriente considera que realiza la versión amplia de los SNI; vid Amable y Petit 2001).

¿Qué razones explican esa rápida expansión entre analistas y artífices de políticas del concepto SNI?. Siguiendo a Freeman (1997), Lundvall et al. (2001) y Mytelka y Smith (2001), destacaríamos los siguientes factores:

- En primer lugar, tal como se expone en Buesa et al. (2001) y Freeman (1994), las limitaciones que presentaba la corriente neoclásica para una adecuada comprensión e introducción en sus modelos de la variable tecnológica habían llevado al desarrollo de una línea alternativa de análisis, a la que suele denominarse teoría evolutiva. Los análisis teóricos y empíricos llevados a cabo por los autores ligados a esta nueva corriente a lo largo de los años setenta y ochenta habían ido poniendo de manifiesto lo inapropiado que resultaba la concepción neoclásica del conocimiento (en la que se veía éste como genérico, codificable, accesible sin coste e independiente del contexto) y del “modelo lineal” de innovación que a ella solía ir asociado (modelo lineal en el que

tecnológica adecuadamente en su análisis. Sin embargo, en otros lugares de su trabajo Porter pone de manifiesto que eso no supone considerar, al modo de la corriente neoclásica, la tecnología como una variable exógena (concepción que critica de modo explícito; vid pág. 20); y así Porter señala que “los determinantes desempeñan un papel clave en señalar dónde es más probable que ocurran la invención y la actividad emprendedora en una industria determinada” y que “lo que parece suerte es en realidad el resultado de las diferencias en los entornos nacionales” (pág. 126). El análisis de los cuatro factores de competitividad nacional constituyentes del diamante permite aventurar, según Porter, en qué nación o naciones es más probable que se localice la innovación.

prácticamente la actividad innovadora de la que partía todo era la I+D y en el que no existían interacciones).

- El desajuste y alejamiento creciente entre la interpretación y recomendaciones que se derivaban de los análisis que realizaba la corriente neoclásica, predominante en el mundo académico, y la realidad y retos que percibían los gobernantes y las instituciones políticas, en particular, para explicar el estancamiento de la productividad y los problemas de competitividad atravesados por la economía mundial desde comienzos de los años setenta.²

Un claro reflejo de dicha insatisfacción y del progresivo cambio que en dichas organizaciones se va dando, hacia la aceptación de los nuevos enfoques y planteamientos de la variable tecnológica y hasta para la inclusión de destacados analistas de la corriente evolucionista en sus equipos asesores y de análisis, lo tenemos en la OCDE y, en particular, en su Dirección para la Ciencia, Tecnología e Industria (DSTI): ya en 1980, en su estudio *Technical Change and Economic Policy* la OCDE desafía la interpretación macroeconómica predominante sobre la crisis de los años 70 y enfatiza el papel de los factores tecnológicos; a finales de los ochenta la OCDE pone en marcha el Programa Tecnología-Economía (TEP), frutos del cual son, entre otros, la elaboración y publicación en 1992 del llamado Manual de Oslo sobre la innovación (OECD 1997a, 2ª edic.) y el documento *Technology and the Economy: The Key Relationships* (OECD 1992), basados explícitamente en el modelo Kline-Rosenberg y en la teoría evolutiva; y más recientemente, esa aproximación ha culminado con la línea de investigación abierta por la OCDE sobre SNI, que comprende tanto a grupos de trabajos que avanzan análisis generales relativos a todos los países, como a grupos centrados en análisis en profundidad de aspectos específicos de los mismos (empresas innovadoras, redes de empresas innovadoras, clusters, movilidad de recursos humanos, mapas organizacionales y economías que atrapan o “catching up economies”) (Vid OECD 1997b y 1999).

Una de las áreas en que más evidente resulta la incapacidad del paradigma neoclásico para hacer frente a los retos que le plantea la realidad económica es el desarrollo económico. Así, aunque el concepto de SNI fue desarrollado inicialmente en los países ricos, hoy día el interés por el enfoque de los SNI está experimentando un crecimiento espectacular en Latinoamérica y Asia. Como Lundvall et al. (2001) acertadamente señalan, resulta curioso observar que algunos de los más importantes elementos que incorpora el enfoque de los SNI cabía encontrarlos, asimismo, en la literatura económica tradicional de los países en vías de desarrollo, tales como la idea de las retroalimentaciones sistémicas de Hirschman, la de los sistemas de producción nacionales de la escuela estructuralista francesa, la importancia otorgada por Myrdal a las instituciones... Aplicar el concepto de los SNI a los países en vías de desarrollo cabría considerarlo, pues, como una reexportación. Tal enfoque no está siendo sólo

² Según Freeman (1997), hubo experiencias como la del extraordinario éxito de Japón y Corea del Sur, el colapso de las economías de Europa del Este o el acusado contraste entre los comportamientos de los países asiáticos y latinoamericanos, que atrajeron el interés de los investigadores y artífices de políticas hacia el papel que las instituciones nacionales jugaban en el diferente dinamismo innovador mostrado por unos y otros países.

aplicada de modo creciente por los analistas de tales países, sino que ha sido incorporado a sus líneas de investigación por instituciones tales como la UNCTAD (en sus *review* de las políticas de ciencia, tecnología e innovación de dichos países) o la CEPAL (bajo el impulso de Katz). De todos modos, como veremos más adelante, una de las áreas en que desde el enfoque de los SNI se deberá trabajar más en el futuro es precisamente en la adecuación de su análisis a las características y requerimientos propios de los países en vías de desarrollo, que presentan peculiaridades propias con respecto al de los países desarrollados.

Digamos, para finalizar este apartado introductorio, que tal como señala Edquist (1997a y 2001), los análisis existentes sobre los SNI constituyen un marco conceptual (“conceptual framework” o “approach”), más que una teoría como tal. Para alcanzar el rango de teoría restan por superar una serie de ambigüedades e inconsistencias conceptuales, por precisar los límites constituyentes del sistema, por describir de manera rigurosa las relaciones existentes entre variables..., limitaciones todas ellas que trataremos de ir poniendo de manifiesto en los posteriores apartados de este trabajo. El análisis sistémico del desarrollo tecnológico y de la innovación presentaría una fundamentación conceptual ecléctica, derivada de varias teorías o corrientes del pensamiento económico. Según la OECD (1999) tales corrientes son la economía evolucionista e industrial, la nueva teoría del crecimiento y la economía institucional.³

2. DEFINICIÓN, COMPONENTES Y FUNCIONES DE LOS SISTEMAS NACIONALES DE INNOVACIÓN

Para delimitar el concepto de SNI, partamos de las definiciones que nos ofrecen Edquist (1997a, pág. 14) y la OECD (1999, pág. 23), que resultan bastante coincidentes, y cuyo análisis detallado nos permitirá apreciar las diferencias existentes entre unas versiones y otras de los SNI, así como algunas de las líneas de avance y concreción que están teniendo lugar o deberán desarrollarse, para el perfeccionamiento del marco conceptual de los SNI. Inicialmente podríamos definir los SNI como aquellos sistemas constituidos por las organizaciones e instituciones de un país que influyen en el desarrollo, difusión y uso de las innovaciones.

Instituciones y organizaciones

Una primera diferencia entre los analistas de este enfoque, concerniente a los componentes que aparecen en la definición del SNI, está en el significado que asignan al término institución. Tal como Edquist y Johnson (1997) ponen de manifiesto, el término institución es utilizado tanto en el sentido de normas, reglas y leyes que modelan los comportamientos (por ejemplo, Lundvall 1992a); como en el sentido de estructuras formales tales como empresas, universidades, laboratorios gubernamentales, etc. que persiguen un objetivo explícito (por ejemplo, Nelson y Rosenberg 1993).

³ Edquist (1997a y 2001) precisa que el enfoque de los sistemas de innovación hunde sus raíces y ha sido influido básicamente por la teoría evolutiva y las teorías del aprendizaje interactivo. Asimismo el citado autor distingue el enfoque de los sistemas de innovación y el de la nueva teoría del crecimiento, señalando que el primero trata fundamentalmente de los determinantes de las innovaciones, mientras que el segundo se ocupa de los efectos de las innovaciones y del conocimiento, y señala que, en tal sentido, uno y otro son suplementarios. Unas accesibles introducciones en castellano a las nuevas teorías del crecimiento económico puede encontrarse en Sala-i-Martin (2001) y Jones (2000).

Ante tal inconsistencia y ambigüedad, que oscurece y dificulta el análisis preciso y la constitución del marco de los SNI en una real teoría, Edquist y Johnson (1997), a los que seguiremos en gran medida en lo concerniente a esta cuestión, propugnan que se distinga claramente entre instituciones y organizaciones.

Las organizaciones serían estructuras formales con un objetivo explícito, que han sido creadas conscientemente. Serían, pues, agentes o actores. Ejemplos de organizaciones relevantes en los sistemas de innovación serían las empresas (que pueden ser proveedores, clientes o competidores con relación a otras empresas), las universidades, las sociedades de capital riesgo y las agencias públicas de política de innovación.

Cabría intentar establecer clasificaciones de diferentes tipos de organizaciones relevantes desde el punto de vista de los SNI. Una primera distinción que parece relevante es la que distingue entre organizaciones privadas (entre las que se incluirían, por supuesto, las empresas, pero también las asociaciones empresariales y asociaciones profesionales y científicas) y organizaciones públicas (organismos que formulan y aplican la política tecnológica, agencias reguladoras, organizaciones para la enseñanza superior y la investigación, entidades de soporte tecnológico –tales como programas de formación, organizaciones industriales de investigación específica y servicios de extensión-, organizaciones establecedoras de estándares y oficinas de patentes). Otra distinción entre organizaciones podría depender del papel jugado por la organización con respecto al proceso de conocimiento: participación en su producción (por ejemplo, universidades), en su distribución (por ejemplo, parques científicos) o en su regulación (por ejemplo, comités que establecen estándares y oficinas de patentes).

Las instituciones, por su parte, serían conjuntos de hábitos comunes, rutinas, prácticas establecidas, reglas o leyes que regulan las relaciones e interacciones entre individuos, grupos y organizaciones. Serían, pues, las reglas del juego. Ejemplos importantes de tales instituciones serían, en los sistemas de innovación, las leyes de patentes y las normas que rigen las relaciones entre las universidades y las empresas.

Al igual que con las organizaciones, cabría establecer también clasificaciones o taxonomías de instituciones. Una primera clasificación provendría de la esfera de la sociedad o de la economía a la que afectan principalmente; así podríamos distinguir, por ejemplo, entre instituciones políticas e instituciones económicas, y dentro de estas últimas, según el tipo de mercados que regulan, entre instituciones del mercado del trabajo, instituciones del mercado financiero, instituciones de comercio exterior, etc. Una segunda clasificación es la que distingue entre instituciones “formales” (leyes, normativa de patentes, regulaciones gubernamentales de la actividad bancaria, regulaciones sobre la instalación de equipamiento eléctrico, etc.) e instituciones “informales” (derecho consuetudinario, costumbres, tradiciones, convenciones, prácticas, etc.). Una tercera distinción podría provenir del nivel institucional, de modo que se distinguiría entre instituciones básicas (que serían como reglas constitucionales o fundamentales; por ejemplo, los derechos de propiedad) y las instituciones de soporte (que definen y especifican determinados aspectos de las normas básicas; por ejemplo, restricciones al uso de la propiedad privada en situaciones particulares). Finalmente,

cabría distinguir entre instituciones duras (“hard”), que se consideran como vinculantes y cuyo cumplimiento es vigilado, e instituciones blandas (“soft”), que se consideran más como normas prácticas y sugerencias, que como órdenes que han de ser obedecidas.

Edquist (2001), que hace suya la distinción anterior entre organizaciones e instituciones y que considera que ambas constituyen los principales componentes de un sistema de innovación, analiza los tipos de relaciones que pueden establecerse entre los componentes de los SNI distinguiendo las siguientes:

- Interacciones entre diferentes organizaciones o entre diferentes partes de una organización. Tales relaciones pueden ser de mercado o de no-mercado. Apuntemos, a este respecto, que debido a la importancia de los procesos de aprendizaje en los SNI y a las características que aquellos poseen, las relaciones de no-mercado constituyen una parte importante del conjunto de relaciones.
- Relaciones entre organizaciones e instituciones. Las organizaciones están fuertemente influidas y conformadas por las instituciones, de modo que hasta se podría decir que están incrustadas (“embeded”) en un entorno institucional o conjunto de reglas. La normativa bancaria, por ejemplo, afecta notablemente a la estructura y actividad de dichas organizaciones. Pero, igualmente, las instituciones están incrustadas en organizaciones, de modo que algunas instituciones (por ejemplo, la teneduría contable) sólo son relevantes y operan en determinadas organizaciones, e incluso hay organizaciones que son directamente responsables de la creación de instituciones (por ejemplo, las dedicadas al establecimiento de estándares técnicos). De modo que la relación entre organizaciones e instituciones es bidireccional y de influencia recíproca.
- Por último, hay interacciones entre diferentes instituciones, de modo que instituciones de diferente tipo pueden estar actuando en la misma dirección, reforzando mutuamente sus efectos, o pueden estar actuando de modo contradictorio, debilitándose mutuamente.

Estas diferenciaciones entre organizaciones e instituciones, entre tipos de instituciones y entre las relaciones que entre sí establecen son pertinentes, porque la conexión entre organizaciones e instituciones difiere sustancialmente de unos países a otros, así como la distribución o peso de unos tipos de instituciones y organismos u otros y los tipos de relaciones que establecen entre sí, y todo ello afecta significativamente al modo de operar y a los resultados de los diferentes SNI.

Innovación y aprendizaje

Otro punto importante de inconsistencia conceptual, entre las distintas versiones de los SNI, es la que hace referencia al concepto de innovación que emplean. Así, Nelson y Rosenberg (1993) utilizan un concepto de innovación muy restringido, dado que limitan su análisis a las instituciones y mecanismos que soportan la innovación

tecnológica (ignorando las organizativas, institucionales y de otro tipo).⁴ Freeman (1987), en cambio, toma en consideración también las innovaciones no tecnológicas. Lundvall (1998a), por su parte, pone como centro de su análisis la innovación y el aprendizaje interactivo (págs. 1 y 12), y dado que, como más adelante veremos, el proceso de aprendizaje va más allá del concepto de innovación, su concepción de SNI es también más amplia que la de los autores mencionados previamente.

Estas diferencias, de nuevo, son relevantes, dado que al ser el principal objetivo de los SNI el descubrimiento de los determinantes del proceso de innovación, y al variar los determinantes del proceso innovador de un tipo de innovación a otro, el análisis de los SNI de unas versiones y otras está, de hecho, buscando o enfatizando factores diferentes. En tal sentido, para identificar los determinantes del proceso de innovación y, de ese modo, ser capaces de especificar las fronteras del sistema objeto de análisis, resulta conveniente aclarar qué se entiende por innovación y establecer taxonomías de innovaciones.

Edquist (2001), al que seguiremos en gran medida en lo relativo a definición y tipos de innovaciones, define las innovaciones como nuevas creaciones de significado económico realizadas normalmente por las empresas. Dichas creaciones pueden ser totalmente nuevas u originales, pero frecuentemente consisten más bien en nuevas combinaciones de elementos existentes.

Hay diversas clasificaciones de innovaciones. Una, de gran relevancia, es la que distingue entre innovaciones de producto (*qué* es producido) y de proceso (*cómo* es producido). A su vez, la innovación de producto puede ser de bienes o de servicios. Y la innovación de proceso, puede ser tecnológica y organizacional. De estas categorías, sólo las innovaciones de productos-bienes y las innovaciones de proceso tecnológicas son de naturaleza material; las innovaciones de proceso organizacionales y las de producto-servicio son intangibles. Adicionalmente, algunas innovaciones de producto (las relativas a “productos de inversión”) se transforman, en lo que podría calificarse de “segunda encarnación”, en innovaciones de proceso. Añadamos, por otra parte, que las innovaciones de producto son el principal mecanismo de cambio en la estructura productiva; pero las innovaciones de proceso son importantes para el crecimiento de la productividad.

Otra clasificación de innovaciones relevante es la que hace referencia al grado de novedad de la innovación. Tal diferenciación es importante porque la combinación de inputs de conocimiento que son necesarias para generarlas y las consecuencias económicas para la economía y las empresas que generan unas y otras son diferentes. La mayor parte de los economistas distinguen simplemente entre innovaciones

⁴ Desde otro punto de vista, Nelson y Rosenberg utilizan, en cambio, un concepto de innovación muy laxo, pues también consideran como innovación la puesta en marcha por la empresa de procesos productivos que son nuevos o mejorados para ella, aunque no lo sean para la nación o el resto del mundo, o la comercialización por la empresa de productos que son nuevos o mejorados para ella, aunque no lo sean para el resto del país o del mundo. Stern, Porter y Furmar (2000), en cambio, sólo consideran las innovaciones “new-to-the-world” en su estudio sobre los determinantes de la capacidad innovadora nacional.

incrementales o menores e innovaciones radicales o mayores.⁵ Autores como Freeman y Pérez (1988: 45-47) han propuesto diferenciar entre innovaciones incrementales, radicales, cambios del sistema tecnológico y cambios del paradigma tecno-económico.⁶

- Las innovaciones incrementales, que tienen lugar continuamente en todos los sectores y países, aunque con diferentes ritmos, acontecen no tanto como consecuencia de actividades predeterminadas de investigación y desarrollo, sino como el resultado de invenciones y mejoras sugeridas por ingenieros y otro personal involucrado en el proceso de producción, o como resultado de iniciativas y propuestas de los usuarios (“learning by doing” y “learning by using”). Su efecto combinado es sumamente importante para explicar los incrementos sostenidos de productividad, y se reflejan en las tablas input-output por cambios a lo largo del tiempo en los coeficientes del conjunto de bienes y servicios existente.
- Las innovaciones radicales son acontecimientos discontinuos y en el período actual son normalmente el resultado de actividades deliberadas de investigación y desarrollo en empresas, universidades y laboratorios gubernamentales, porque el conocimiento requerido para llevarlas a cabo normalmente trasciende el proveniente de la experiencia de las personas. Las innovaciones radicales se distribuyen desigualmente entre sectores y a lo largo del tiempo y actúan como potenciales trampolines para el crecimiento de nuevos mercados o para oleadas de nueva inversión asociadas a booms. De hecho, autores como Mensch o Utterback definen las innovaciones radicales como aquellas que requieren una nueva factoría o un nuevo mercado para su explotación. Freeman y Pérez (1988) traducen eso diciendo que las innovaciones radicales requerirían añadir una nueva columna y una nueva fila a la tabla input-output. De cualquier manera, aunque este tipo de innovaciones da lugar a un cambio estructural, su impacto económico agregado es relativamente pequeño y localizado.
- Los cambios del sistema tecnológico son cambios en la tecnología de gran alcance, que afectan a varias ramas de la economía y dan lugar a la aparición de nuevos sectores. Se basan en una combinación de innovaciones radicales e incrementales, junto con innovaciones organizacionales y de gestión, que afectan a bastantes firmas.
- Los cambios en el paradigma tecno-económico, también denominados revoluciones tecnológicas, son cambios en los sistemas tecnológicos de gran

⁵ Como indica Lundvall (1992a), cuando se distingue entre innovaciones incrementales y radicales podemos estar refiriéndonos a una dimensión técnica o económica. Algunas innovaciones, aunque incrementales en términos técnicos, pueden tener un impacto crucial en la economía; y, a la inversa, innovaciones muy radicales en términos técnicos, que apuntan a un nuevo paradigma tecnológico, pueden tener un impacto limitado en la economía. Por supuesto, la innovación puede ser, también, de la misma naturaleza en las dos dimensiones: técnica y económica.

⁶ Edquist (2001) integra las innovaciones radicales y los cambios del sistema tecnológico y deja únicamente tres categorías, desde la perspectiva de la novedad de la innovación: cambios continuos, pequeños e incrementales; innovaciones radicales discontinuas; y modificaciones grandes en algunas tecnologías de objetivo general y uso extendido (“pervasive”), a las que también se les llama “paradigmas tecno-económicos”.

alcance que influyen poderosamente en el conjunto de la economía. Ello implica que tengan lugar muchos cúmulos de innovaciones radicales e incrementales y, eventualmente, nuevos sistemas tecnológicos. Los cambios de un paradigma tecno-económico van más allá de las trayectorias ingenieriles para un específico producto o proceso, y afectan a la estructura de costes y a las condiciones de producción y distribución de todo el sistema. Esto es, un cambio del paradigma tecno-económico implica una combinación de innovaciones interrelacionadas tecnológicas de producto y proceso, organizacionales y de gestión, que traen consigo un salto cuántico en la productividad potencial de toda o la mayor parte de la economía y abren una amplia gama de oportunidades de inversión y de beneficio.

Algunas versiones de los SNI han centrado más su atención en los determinantes que afectan a unos tipos de innovación que en los de otros. Así, por ejemplo, la versión Aalborg (denominada así por la concentración de investigadores de los SNI pertenecientes a dicho centro danés, entre los que destaca como pionero Lundvall) ha dado gran importancia a los procesos de aprendizaje por la práctica (“by doing”, “by using” y “by interacting”) y, por ende, su reflexión resulta más dirigida a los determinantes de las innovaciones incrementales; mientras que la versión americana (Nelson, Rosenberg, Mowery...) ha estado más centrada en las instituciones y organizaciones implicadas en los procesos de investigación y exploración (“searching” y “exploring”) y, por lo tanto, su reflexión trata más de los determinantes de las innovaciones radicales y de los cambios de los sistemas tecnológicos; y las reflexiones de autores tales como Freeman y Pérez, interesados por los ciclos largos, se centran más en los cambios en los paradigmas tecno-económicos.

Tal como señala Nelson (1993a), los SNI difieren significativamente de unos países a otros, por ejemplo, en el peso que tienen los procesos de aprendizaje por la práctica con relación a las actividades de investigación más formalizadas. Según el mencionado autor, dos de las características del país que más influyen en esas diferencias son el tamaño y el nivel de desarrollo económico. En ese sentido, dependiendo de sus características, unas versiones del SNI serán más apropiadas que otras para estudiar el sistema de innovación de un país dado. En particular, la que hemos llamado versión Aalborg surgió, tal como expresamente confiesan sus creadores “como un intento de desarrollar un marco relevante para la comprensión del crecimiento y de los procesos de innovación en pequeños países” (Lundvall et al. 2001: 7).

De la misma manera, la conceptualización de los sistemas de innovación de la versión Aalborg parece preferible para el análisis de los SNI de los países en vías de desarrollo, por no ser tan restrictiva y centrada en las instituciones ligadas directamente al sistema de ciencia y tecnología y a las actividades de investigación como la versión norteamericana, y, por el contrario, por dar mayor importancia al aprendizaje ligado a la práctica, al desarrollo de competencias y capacidades de la gente ordinaria y, en consecuencia, a una panoplia más amplia de instituciones y organizaciones económicas, políticas y sociales. Téngase en cuenta, a este respecto, que en SNI relativamente completos (como pueden ser los de los países más desarrollados) resulta menos problemático estudiar subsistemas específicos (como, por ejemplo, el constituido por las instituciones directamente ligadas a las actividades de investigación y exploración; pero

ese no es el caso de los países en vías de desarrollo, en los que un enfoque más amplio resulta preferible. De la misma manera, en los países en vías de desarrollo la importancia de los conocimientos locales y tradicionales, en buena medida de carácter tácito, es proporcionalmente mayor, y resulta por ello preferible para ellos un enfoque de SNI más amplio.

Aprovechemos el comentario sobre la adecuación del enfoque de los SNI a la realidad de los países en vías de desarrollo para señalar dos debilidades de dicho enfoque, reconocidas por algunos de sus autores (véase Lundvall 2001: 18-20), al reflexionar sobre la idoneidad de dicho enfoque para tales países, pero que, aunque con menor intensidad, serían también ciertas para su aplicación a los países avanzados. Una de tales debilidades es que el enfoque de los SNI ha descuidado un tanto los aspectos del sistema de innovación ligados al poder y al conflicto, lo que en parte es debido a la atención prestada al aprendizaje interactivo, en el cual los agentes se comunican e incluso cooperan en la creación y utilización de conocimiento nuevo económicamente útil. En la realidad el aprendizaje, como más adelante veremos, supone también “olvido”, rechazo y destrucción de competencias y habilidades y pérdida de ingresos e influencia de mucha gente. Y una segunda debilidad del enfoque de los SNI es que ha sido utilizado más como un concepto ex-post, que como un concepto ex-ante; es decir, se ha empleado más para describir, analizar y comparar sistemas relativamente fuertes y diversificados, que para construir y promocionar sistemas de innovación.⁷

Llegados a este punto, conviene también abordar con más detalle la relación existente entre la innovación y el proceso de aprendizaje, dado que la misma afecta a la propia concepción del SNI. Empecemos señalando que la innovación, en la medida en que supone la introducción de nuevo conocimiento (recombinado o descubierto) en la economía, es fruto de un proceso de aprendizaje.⁸

Siguiendo a Lundvall (1992a) y Johnson (1992) podríamos distinguir los siguientes tipos de aprendizaje:

- Aprendizaje por investigación (“learning by searching”), o simplemente investigación (“searching”), es una actividad que busca explícitamente aumentar el conocimiento con objeto de estimular la innovación y que, en consecuencia, es organizado a estos efectos.

⁷ La pretensión de Lundvall et al. (2001) es incluso más amplia: toman los SNI como un instrumento para analizar el desarrollo y el crecimiento económico. En tal sentido, en la medida en que consideran que el aprendizaje y la innovación son procesos interactivos que dependen de la confianza y de otros elementos de la cohesión social, sostienen que el capital social es un elemento importante del proceso de desarrollo y que una estrategia de desarrollo basada sólo en capital de producción y en capital intelectual no es sostenible, sino que se debe perseguir como el reestablecimiento del capital social debilitado en el proceso. Y, en igual medida, dado que la sostenibilidad del desarrollo económico se vería socavada si no se atendiera la variable medioambiental, estos autores sostienen que la sostenibilidad medioambiental debiera ser explícitamente introducida en el enfoque de los SNI.

⁸ El proceso de innovación requiere o implica no sólo un proceso de aprendizaje, sino un proceso de olvido también. De otra manera, procesos de aprendizaje potencialmente fértiles podrían quedar bloqueados. En algunos casos el proceso de olvido tiene lugar simplemente como consecuencia de no usar los conocimientos (“just forgetting”). En otros casos, especialmente en el caso de innovaciones radicales, es necesario un proceso de olvido creativo (“creative forgetting”). En este sentido, el olvido es una parte esencial e integrante del aprendizaje. (Johnson 1992: 29)

- Aprendizaje por exploración (“learning by exploring”), o simplemente exploración (“exploring”), es el derivado de actividades investigación básica menos orientada por el beneficio y llevadas a cabo por universidades y organizaciones similares. Por su más débil orientación finalista, da lugar en ocasiones a resultados imprevistos o no perseguidos, que rompen con el sendero acumulativo de desarrollo y crean la base para un nuevo paradigma tecnológico, lo que añade al cambio tecnológico una dimensión dinámica y radical, sumamente importante en el largo plazo,
- Aprendizaje por producción (“learning-by-producing”), o simplemente aprendizaje (“learning”), es aquel que surge como subproducto de actividades económicas organizadas con otros fines primarios. Es un aprendizaje enraizado en actividades rutinarias de producción y distribución y que cabría considerar, por lo tanto, como orientado por la estructura (“structuralist oriented”), a diferencia de la investigación y exploración que serían orientados por la acción (“action oriented”). Integrantes de esta modalidad serían el aprender haciendo (“learning-by-doing”) al que se refería Arrow al indicar que los operarios aumentaban su conocimiento en su actividad productiva, el aprender usando (“learning-by-using”) al que se refería Rosenberg al indicar que el uso de sistemas complejos permite incrementar su eficiencia, y el aprender interactuando (“learning-by-interacting”) al que se refería Lundvall al indicar que usuarios y productores interactúan y de ello resultan innovaciones de producto.⁹

Como bien indica Edquist (2001), las innovaciones de producto y de proceso son los resultados de procesos de aprendizaje de investigación y exploración (I+D) y de aprendizaje por la acción, por el uso y por la interacción. Dado que son las empresas normalmente las que controlan los resultados de estos procesos de aprendizaje, cabría denominarlos como “aprendizajes organizacionales”. Tales procesos de aprendizaje organizacional suelen ser objeto, normalmente, de los estudios empíricos de innovaciones. Hay otra serie de aprendizajes organizacionales que no suelen ser tratados en los estudios de innovación: el desarrollo de rutinas empresariales, la creación de manuales, la constitución de bases de datos... a los que, según Edquist, también habría que extender el análisis.

Edquist indica, igualmente, que los estudios de los sistemas de innovación prácticamente no se han ocupado del aprendizaje que toma la forma de educación, aunque en algunos de los trabajos se apunta a la importancia capital que la educación tiene para la innovación. A diferencia de los anteriormente mencionados tipos de aprendizajes, que calificábamos como organizacionales, la educación podría ser calificada de “aprendizaje individual”, ya que el capital humano que es creado en el proceso es controlado por los individuos. Puesto que el aprendizaje individual y el capital humano son prerequisites necesarios para el proceso de innovación, el análisis de los sistemas de innovación debería abarcar también el aprendizaje individual y, para ello, basarse también en estudios de la educación y en la economía de la educación,

⁹ Algunos autores mencionan la imitación como medio de crear conocimiento, que es nuevo para un actor individual, pero que puede no serlo para el sistema de innovación como un todo. (Johnson 2001: 12).

investigando los tipos de educación que resultan más importantes para las innovaciones de proceso y de producto, respectivamente. En suma, Edquist (2001: 17) propone que los análisis se ocupen no sólo del proceso de aprendizaje que llevan a las innovaciones de producto y de proceso de modo directo e inmediato, sino que se ocupen de la infraestructura de conocimiento de modo genérico, de modo que trascendiendo el enfoque de los sistemas de innovación, se avanzará en el estudio de los sistemas de aprendizaje. Este incluiría no sólo el aprendizaje organizacional (que lleva a la creación de capital estructural¹⁰), sino también el aprendizaje individual (que lleva a la creación de capital humano).

Funciones del sistema de innovación

El término sistema implica la existencia de un conjunto de componentes y de unas relaciones entre ellos, que se condicionan y se constriñen mutuamente, de modo que conforman un todo, con una función general claramente definida. Como Edquist (2001: 4) apunta acertadamente, la declaración de que existe un sistema presupone, por otra parte, que sea posible delimitar los límites o fronteras del mismo; lo que pertenece al sistema y lo que no. Y uno de los criterios que permite llevar a cabo esa tarea es ver si el elemento cuya pertenencia o no al sistema está en cuestión coadyuva o no, efectivamente, a que el sistema lleve a cabo su función

Dicho de otra manera, la cuestión de la determinación de las funciones que desempeña un sistema de innovación está estrechamente ligada al de sus límites o fronteras. Y, como veremos a continuación, está es una cuestión no totalmente resuelta todavía por el enfoque de los SNI.

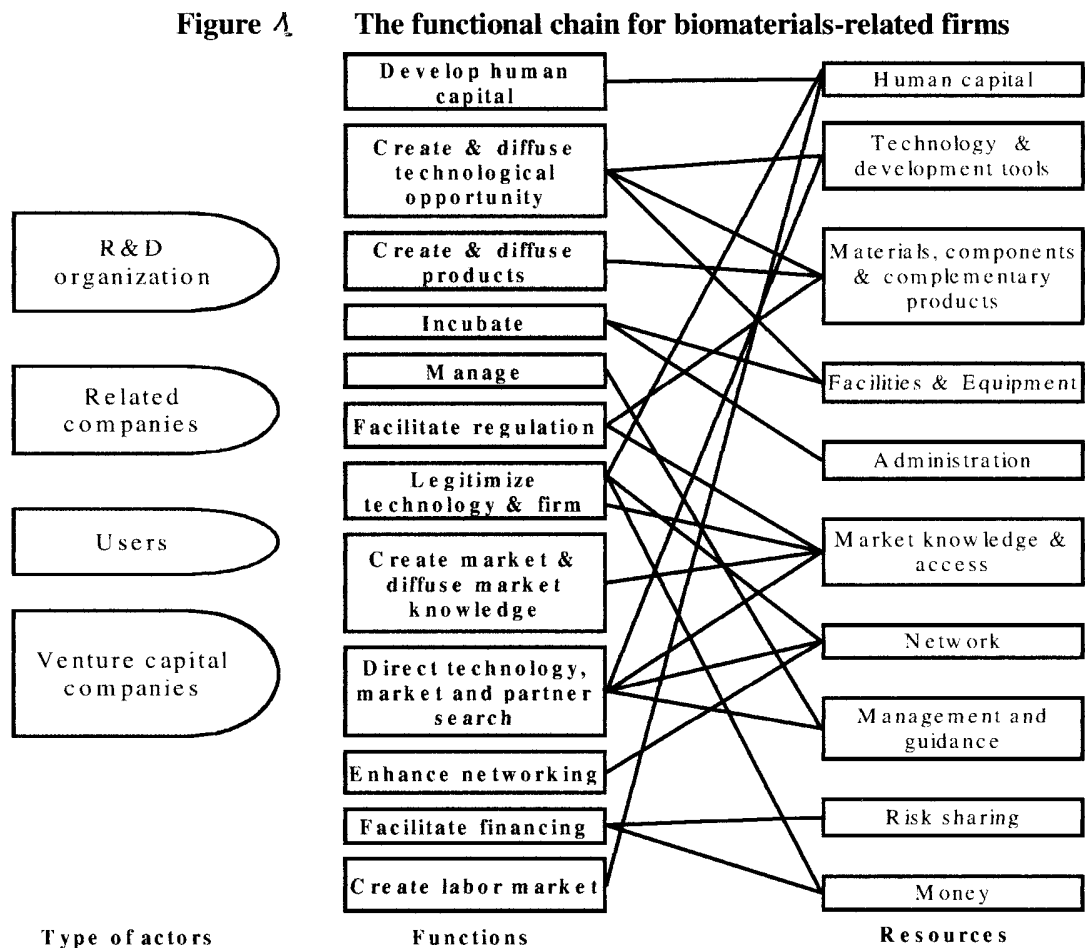
Anteriormente hemos hecho referencia a cuál es la función general de un sistema de innovación nacional: la producción, difusión y uso de las innovaciones en dicho espacio. Así pues, un criterio para determinar si un elemento determinado debe considerarse constituyente del SNI y, por lo tanto, ser objeto de análisis, es considerar si es un determinante o no de la producción, difusión y uso de las innovaciones. El problema se plantea porque en la economía de la innovación la cuestión de los determinantes de la innovación no está totalmente esclarecida. Como consecuencia de ello, las diferentes versiones de los SNI no ofrecen una guía precisa de qué forma parte del sistema y qué no.

Para avanzar en este campo habría que descender en el nivel de análisis, desde la función general que hemos dicho que el SNI desempeña hacia una serie de funciones específicas, establecidas en consonancia con lo que se considera que son los determinantes o factores que influyen en los procesos de innovación. Esta es una tarea que ha sido un tanto descuidada en las contribuciones iniciales de los analistas de los SNI, que en sus trabajos dieron prioridad al estudio de los diferentes tipos de actores e instituciones, más que al de las funciones que ellos llevaban a cabo.

¹⁰ Edquist denomina “capital estructural” al capital de conocimiento controlado por las organizaciones más que por los individuos. El capital estructural no se va a casa al atardecer, a diferencia del capital humano, el cual puede no volver hasta el próximo día.

Recientemente, una serie de trabajos (Edquist 2001, Rickne 2001 y Johnson 2001) han destacado la importancia de avanzar en la especificación de las funciones que desempeñan los SNI, para así:

- poder establecer las fronteras del sistema (sólo se incluirían como componentes del sistema los que influyeran en alguna o algunas de las funciones identificadas para el objeto de estudio);
- describir el estado presente del sistema, identificar los mecanismos que inducen o bloquean sus funciones y evaluar la “funcionalidad” del sistema (esto es, con que grado de idoneidad tales funciones han sido provistas);
- estudiar la evolución a lo largo del tiempo y la dinámica del sistema;
- comparar la funcionalidad de los sistemas, en lugar de –o complementariamente a- comparar los actores de uno y otro. (Johnson 2001: 16-17)



Fuente: A. Ricknee (2001)

Señalemos, con respecto a esto último, que las principales funciones de los SNI son similares en todos los sistemas, pero que pueden ser desempeñadas por diferentes organizaciones y en contextos de instituciones específicas diferentes. No hay una relación de correspondencia exacta entre funciones y organizaciones: cada función puede ser desempeñada por diferentes organizaciones y una organización puede desempeñar más de una función. En cuanto a las instituciones, su relación con las funciones es menos directa, ya que las instituciones inciden en las funciones a través de la influencia que ejercen en el modo en que las organizaciones desempeñan sus funciones. (Edquist 2001: 12)

Con respecto a la identificación de esas funciones específicas, Rickne (2001) ha llevado a cabo un estudio sobre jóvenes empresas con base tecnológica que desarrollan materiales y productos biocompatibles, localizadas en Suecia, Ohio y Massachusetts, a partir del cual ofrece un listado de once funciones que deben proporcionar los sistemas de innovación para contribuir al establecimiento y crecimiento de empresas. Mediante lo que denomina cadena funcional, relaciona dichas funciones con los recursos necesitados por las empresas y los tipos de actores que proveerían dichas funciones (véase figura 1). No obstante, la propia Rickne indica que la exacta especificación de las funciones que son necesarias variará muy probablemente de unos sistemas a otros.¹¹

Johnson (2001) ha seguido otra vía para la identificación de funciones: ver qué funciones han ido mencionándose en las diferentes versiones o aproximaciones que han ido apareciendo en torno a los sistemas de innovación. Tales funciones las agrupa, por un lado, en funciones básicas directamente ligadas al proceso de innovación; y, por otro lado, funciones que apoyan el proceso de innovación de modo indirecto. En el grupo de funciones básicas incluye las funciones siguientes:

- Identificación del problema (cuellos de botella, fallos funcionales...
- Ofrecimiento de una solución, mediante la creación de nuevo conocimiento (bien por combinación o descubrimiento).

En el grupo de funciones de apoyo menciona las siguientes:

- Suministrar incentivos para que las empresas se involucren en trabajos innovadores.
- Facilitar recursos (fundamentalmente, financiación y capacitación).
- Guiar la dirección de la investigación (por ejemplo, mediante regulaciones influir en la dirección en que los actores despliegan sus recursos).
- Reconocer el potencial para el crecimiento de la innovación (posibilidad tecnológica, viabilidad comercial, recursos complementarios...).

¹¹ En el estudio de Rickne se evalúa el grado en que dichas funciones son provistas por cada una de las regiones (muy bien, bien, moderadamente bien, y moderado) y los resultados (alto, medio-alto, medio y bajo) que en una serie de ítems (número de empresas establecidas, supervivencia, tiempo de establecimiento, inventiva, capacidad innovadora y crecimiento en el número de empleados) obtienen las empresas de tales regiones, y llega a la conclusión de que, *grosso modo*, el análisis soporta la proposición de que la funcionalidad del sistema de innovación regional influye en el grupo de las empresas co-localizadas en dicha región.

- Facilitar el intercambio de información y conocimiento (coordinación de diferentes departamentos, cooperación entre actores, división de trabajo entre actores...).
- Estimular/crear mercados (puesto que los mercados no se desarrollan necesariamente de modo espontáneo).
- Reducir la incertidumbre social (y ligada a esta función, prevenir o resolver conflictos).
- Contrarrestar la resistencia al cambio y proveer de legitimidad a la innovación.

Señalemos, por otra parte, que tras el estudio comparativo de las funciones contenidas en las diferentes versiones existentes de los sistemas de innovación (entre las que Johnson incluye autores o corrientes no pertenecientes estrictamente al enfoque de los sistemas de innovación, tales como el enfoque de redes, los estudios de Porter...), la autora citada llega a la conclusión de que, si bien inicialmente de la puesta en común de todas estas corrientes emana la idea de una cierta confusión en los términos de los niveles de análisis y en los conceptos utilizados, las diferencias parecen mucho menos profundas cuando lo que se comparan son las funciones identificadas por unos y otros enfoques.

De cualquier manera, como señala Edquist (2001), al que seguiremos en este párrafo, todavía persisten significativas diferencias en las listas de funciones de los sistemas de innovación proporcionadas por estos trabajos recopilatorios, lo que es señal de que este campo de investigación está en una fase preliminar. Resulta preciso continuar con el trabajo de identificación de funciones y determinantes de la innovación; y no sólo de identificación, sino también probablemente de establecimiento de jerarquías, de acuerdo con la importancia relativa que posee cada determinante en el proceso de innovación y las relaciones de apoyo y refuerzo mutuo que puedan tener tales determinantes. Teniendo en cuenta, además, que los determinantes o su relevancia varía de unos tipos de innovación a otros, eso hace preciso avanzar en el campo, antes mencionado, de las taxonomías de innovación. Esa es una labor parecida a la que se le plantea a los analistas del crecimiento económico, al tratar de entender las interdependencias entre las diferentes fuentes de crecimiento y la importancia relativa de cada una de ellas.

3. FRONTERAS ESPACIALES Y SECTORIALES DE LOS SISTEMAS DE INNOVACIÓN

Al tratar de las funciones de un sistema de innovación hemos topado ya con el tema de los límites o fronteras de un sistema de innovación. Como allí indicábamos, la respuesta a qué partes deberían ser incluidas o excluidas del sistema de innovación debería darse a partir de la definición de las fronteras funcionales del sistema de innovación.

Pero en la definición de SNI había otro elemento que actuaba como criterio delimitador del límite del sistema de innovación: el término nacional. Sólo se deben considerar los elementos del sistema de innovación que, colaborando en el desempeño de las funciones del sistema de innovación, correspondan al país objeto de análisis. En efecto, a diferencia de las aproximaciones sectoriales (por ejemplo, las de Pavitt 1984),

que habían enfatizado que los rasgos del proceso de innovación eran específicos de cada industria y tecnología, el enfoque de los SNI sugiere que las características de un país influyen fuertemente en los resultados innovadores de sus empresas. Esto es, el enfoque de los SNI considera como dados los límites geográficos de un sistema de innovación determinado y estudia cómo actúan e interrelacionan ese complejo y variado grupo de actores implicado en los procesos de innovación y difusión. (Véanse sobre esa doble posibilidad de análisis, sectorial y geográfico, Guerrieri y Tylecote 1997 y Bresci y Malerba 1997)

Límites espaciales de los sistemas de innovación

El análisis de los sistemas de innovación nace, por lo tanto, inicialmente, referido al ámbito nacional. En un período del capitalismo caracterizado, por un lado, por la globalización y por un despliegue de las empresas multinacionales que relajan sus relaciones con sus países de origen, y, por otro lado, por la toma de conciencia de la creciente importancia de los aspectos regionales y locales, ello resultaba paradójico, por lo que los autores impulsores de tal enfoque (Nelson, Lundvall, Freeman, Porter...) se vieron impulsados a justificar la opción tomada en favor de un marco de análisis nacional.

En general, sin negar la existencia e importancia creciente de fenómenos como la globalización y la regionalización y, por ende, el sentido y relevancia de los análisis que se efectúan en otros ámbitos espaciales, esta serie de analistas consideran que el marco de análisis nacional sigue siendo fundamental.¹² Una prueba de ello –opinan ellos- la proporcionan las enormes diferencias que los análisis de casos muestran que existen entre los SNI de unos países y otros; Edquist y Lundvall (1993) muestran, por ejemplo, de un modo que no deja lugar a la menor duda, que dos países aparentemente tan similares como Dinamarca y Suecia (en renta per capita, nivel de formación de la población, tamaño, localización geográfica...), presentan una estructura de actores e instituciones y unos comportamientos innovadores sumamente disímiles. Parte de esas diferencias se deriva de lo que Lundvall (1992: 2) denomina dimensión cultural-nacional, definida por características culturales, étnicas y lingüísticas; y otra parte, de la dimensión política-estatal, esto es, de la existencia de un estado, en el que se condensan materialmente unas relaciones de fuerza determinadas, y que conforma en gran medida la estructura y algunas de las instituciones más relevantes de los sistemas de innovación. Obviamente, de lo anterior se deriva que el enfoque de los SNI es más relevante para países pequeños culturalmente homogéneos (Suecia, Dinamarca...) que para países grandes (EEUU); y es asimismo más relevante para países políticamente centralizados, que para países políticamente descentralizados (Lundvall 1992a: 2-3; Edquist 2001: 13).

Según Porter (1990: 126-130), las diferencias culturales y la actuación del Gobierno son ciertamente importantes, pero actúan estrechamente entrelazadas con -y a través de- los determinantes económicos (en su modelo, los cuatro factores componentes del diamante de ventajas competitivas). Las diferencias nacionales en estructuras económicas, valores, culturas, instituciones e historias contribuyen poderosamente al éxito competitivo y el papel de la nación-base es hoy tan fuerte o más

¹² Lundvall (1992a: 3) sostiene que tales procesos de globalización y regionalización hacen más pertinente, incluso, la comprensión del papel y del modo de funcionamiento de los SNI.

que nunca. Precisamente, los menores impedimentos existentes hoy día para el comercio hacen que el papel de la nación-base cobre mayor significación, puesto que la nación-base es la fuente de las habilidades y la tecnología en que descansa la ventaja competitiva (p. 19)¹³. En efecto, como bien señala Lundvall (1992a: 3-4): “Las incertidumbres que encierran la innovación y la importancia del aprendizaje implica que el proceso requiere una compleja comunicación entre las partes implicadas. Esto es particularmente el caso cuando el conocimiento intercambiado es tácito y difícil de codificar. Cuando las partes implicadas son originarias de un mismo entorno nacional – y comparten sus normas y un sistema de interpretación basado en una cultura- el aprendizaje interactivo y la innovación se desarrollan más fácilmente”.

Si bien en su concepción originaria el enfoque de los sistemas de innovación aparece referido a una realidad nacional, al poco tiempo de su aparición una serie de analistas comenzaron a aplicarlo al ámbito regional (véanse, por ejemplo, Braczyk, Cooke y Heidenreich 1996 y Cooke, Gómez Uranga y Etxebarria 1997). Las razones que fundamentan este tipo de análisis son, por un lado, la constatación de que las industrias tienden a aparecer concentradas en particulares regiones e incluso ciudades de un país, que ofrecen un entorno específico ventajoso con respecto a otras regiones, y que, por otro lado, particularmente en los países descentralizados políticamente, tales ámbitos territoriales constituyen el marco para políticas aplicadas por Gobiernos regionales y locales. (Véase Porter 1990: 29; y más recientemente y con más profundidad Porter 1998a y 1998b).

Límites sectoriales de los sistemas de innovación

Tal como antes se ha señalado, la literatura del cambio tecnológico casi desde su nacimiento se apercibió de la importancia que tenía la variable sectorial o el área tecnológica implicada en el modo en que tienen lugar los procesos de innovación y difusión. Ya desde las primeras estadísticas de I+D se apreció que, independientemente del país en que estuvieran enclavados, unos sectores se caracterizaban por una alta intensidad de I+D, otros por una intensidad media y otros por una intensidad baja. Estudios como los de Rosenberg ponían de manifiesto que el papel que desempeñaban los sectores productores de bienes de producción en el proceso de cambio técnico difería sustancialmente del que desempeñaban los sectores productores de bienes intermedios y de bienes de consumo. Se identificaron, igualmente, lo que podríamos denominar familias tecnológicas; Patel y Pavitt (1994), por ejemplo, argumentaron que los sectores industriales podían ser agrupados en cuatro grandes familias tecnológicas: la mecánica, la eléctrica-electrónica, la química y el software, cada una de ellas con competencias tecnológicas y fuentes de nueva tecnología distintas. Una taxonomía más sistemática y elaborada de sectores industriales, que ha tenido una gran difusión y uso en la literatura neo-schumpeteriana, es la de Pavitt (1984), quien, tomando en consideración el diferente patrón que los sectores mostraban con relación a las fuentes externas de conocimiento, las actividades científicas y tecnológicas intramuros, el comportamiento diversificador, la estructura industrial y la formación de habilidades,

¹³ Stern, Porter y Furmar (2000: 10) manifiestan: “Las diferencias en capacidad innovadora nacional reflejan variaciones tanto en geografía económica (p.ej. el nivel de externalidades entre firmas) como en política de innovación (p.ej. el nivel de apoyo público para la investigación básica o de protección legal para la propiedad intelectual)”.

clasificó las industrias en tres categorías: la dominada por los suministradores, la producción-intensiva y la basada en la ciencia.¹⁴

De todos modos, en esta revisión centrada en los sistemas de innovación, únicamente nos referiremos a los trabajos que desde este enfoque se han desarrollado en la década de los noventa, tomando como punto de referencia el sector o el área tecnológica. Es la pertenencia a un sector o área tecnológica la que fijaría, en este caso, el límite o frontera del sistema de innovación, y no un límite geográfico determinado. Dos son los principales desarrollos habidos a este respecto, que serán tratados en esta sección: los sistemas tecnológicos (Carlsson 1995) y los sistemas sectoriales de innovación (Breschi y Malerba 1997). Otro enfoque que podría ser incluido en esta presentación de desarrollos de los sistemas de innovación desde una perspectiva tecnológica o sectorial es el análisis de cúmulos o clusters; no obstante, tanto porque inicialmente surge como un desarrollo propio ajeno al enfoque de los sistemas de innovación y más centrado en el análisis de la competitividad¹⁵ como porque el enorme desarrollo por él experimentado justifica por sí solo dedicarle un trabajo de revisión específico, en la presente revisión nos dedicaremos sólo a mencionarlo, a pesar de que organismos tales como la OCDE incluyen los análisis cluster dentro del área de estudio de los sistemas de innovación (Véase OECD 1999).

Pasemos a exponer, por lo tanto, brevemente, lo característico de los sistemas tecnológicos y de los sistemas sectoriales de innovación.

Los sistemas tecnológicos.- Se definen como una red o redes de agentes que interactúan en una área tecnológica específica, bajo una particular infraestructura institucional, con el propósito de generar, difundir y utilizar tecnología.

Aunque de la lectura de la anterior definición pudiera pensarse que el sistema tecnológico es un concepto parecido al del SNI, Carlsson (1994: 14-15) advierte que aquel se diferencia de éste en una serie de importantes dimensiones: i) Los sistemas tecnológicos son definidos por la tecnología, más que por las fronteras nacionales (no están necesariamente limitados por las fronteras nacionales). ii) Los sistemas tecnológicos varían en carácter y extensión de una área tecnológica a otra dentro de un país; iii) con relación a los SNI, los sistemas tecnológicos ponen más énfasis en la difusión y utilización de la tecnología, que en la creación de nueva tecnología. En efecto, no es suficiente que se genere nueva tecnología; a menos que la oportunidad tecnológica se convierta en actividad económica por medio de una actividad empresarial, no se genera impacto económico. Carlsson denomina *competencia*

¹⁴ Freeman (1994, pp. 477-478) advierte de los peligros de tomar como dadas, de una vez para siempre, estas clasificaciones o taxonomías, que pueden quedar desfasadas por el incesante cambio tecnológico. Así, por ejemplo, con respecto a la clasificación de Pavitt señala que ya no resulta razonable considerar el sector servicios como una industria “dominada por los proveedores”.

Marsili ha tratado recientemente de refinar la taxonomía de Pavitt y ofrecer una nueva clasificación en la que distingue cinco regímenes: el basado en la ciencia, el de procesos fundamentales, el de sistemas complejos, el de ingeniería de producto y el de proceso continuo. (Véase Marsili y Verspagen 2001).

¹⁵ Aunque el análisis cluster hunde sus raíces en análisis tan antiguos como los de Marshall (1963), su principal reformulador y impulsor ha sido Porter (1990, 1998a y 1999b). En el trabajo de Stern, Porter y Furman se le denomina “teoría de la ventaja competitiva industrial nacional basada en el cluster” y se la considera separadamente y en un rango equivalente al de la literatura sobre SNI.

económica a la capacidad para identificar, expandir y explotar oportunidades de negocios.

A partir de este esquema Carlsson estudia varios sistemas tecnológicos suecos e identifica diez dimensiones que los caracterizan: potencial futuro, competencia de los compradores, colaboración de los compradores-suministradores, competencia de los proveedores, I+D industrial, infraestructura académica, política gubernamental, instituciones puente, falta o debilidad de capacidad doméstica (“holes/weaknesses”) y mecanismos compensadores en otras partes del sistema tecnológico de las faltas y debilidades anteriores.

Desde un punto de vista de política tecnológica, la diversidad que se aprecia entre sistemas tecnológicos requiere que las intervenciones gubernamentales se dirijan a problemas específicos de cada área tecnológica. El objetivo de la política debe consistir en asegurar que el sistema entero funcione bien, más que atender a elementos sueltos del mismo. Más que en la selección de “campeones”, la política debe centrarse en que se den las condiciones para que aparezcan “campeones”, lo cual requiere que la política se centre en el funcionamiento y desarrollo del sistema tecnológico en su conjunto.

Los sistemas sectoriales de innovación (SSI).- Bresci y Malerba (1997, p.131) definen los SSI como el sistema o grupo de empresas activas en el desarrollo y fabricación de los productos de un sector y en la generación y utilización de las tecnologías de dicho sector. O más brevemente, un SSI está compuesto por las empresas que son activas en las actividades innovadoras de un sector. Estas empresas se relacionan de dos modos: por procesos de interacción y cooperación para el desarrollo de tecnologías de artefactos y por procesos de competencia y selección en actividades innovadoras y mercantiles.

Con respecto a otros enfoques de los sistemas de innovación, Bresci y Malerba destacan las siguientes características del enfoque de los SIS. Primero, los actores centrales de los SIS son las empresas privadas. Segundo, mientras que el concepto de los sistemas tecnológicos se centra en redes de agentes y organizaciones comprometidas en el desarrollo de tecnologías específicas, el concepto de SIS se centra en las relaciones de competencia entre empresas por la explícita consideración del entorno de selección, de modo que los procesos dinámicos de competencia y selección que actúan sobre las empresas y productos y la dinámica general de la población de empresas del sector es una preocupación central en el enfoque de los SIS. Tercero, a diferencia de los sistemas de innovación nacionales y regionales, en los que las fronteras geográficas están dadas, las fronteras del SIS son endógenas, emergen de las condiciones específicas de cada sector y no son necesariamente nacionales. Cuarto, el concepto de SIS guarda cierta relación con taxonomías como la de Pavitt (1984) que prestan atención a las diferencias intersectoriales en el modo de aprendizaje y de protección de la innovación, y con la noción de trayectoria y paradigma tecnológico de Dosi (1988), por el énfasis en el papel jugado por los factores específicos de sectores y tecnologías.

Bresci y Malerba identifican y estudian varias dimensiones en los SIS:

- La dinámica schumpeteriana de los innovadores. Esta dimensión se refiere a los procesos de competencia y selección entre empresas, a los que antes se ha hecho referencia. Desde un punto de vista empírico, esta dimensión remite a medidas de dinámica industrial tales como número, tamaño y concentración de innovadores, su cambio a lo largo del tiempo y el grado de turbulencia (natalidad y mortalidad innovadoras)
- Distribución geográfica de los innovadores. Esta dimensión hace referencia a la localización geográfica de los innovadores y de las actividades innovadoras dentro de un país: si están dispersas aleatoriamente por todas las regiones o altamente concentradas en unas pocas regiones o áreas metropolitanas.
- Fronteras espaciales del conocimiento de los procesos innovadores de las empresas. Esta dimensión hace referencia a la localización geográfica del conocimiento científico y tecnológico al que accede la empresa y a las fronteras geográficas dentro de las cuales las empresas innovadoras son capaces de buscar nuevo conocimiento.¹⁶

Según Bresci y Malerba, algunos rasgos específicos de las tecnologías, que ellos sintetizan en el concepto de régimen tecnológico (RT), conforman o moldean las actividades innovadoras y los procesos de competencia y selección y, de ese modo, afectan a los rasgos que presentan las tres dimensiones de los SIS antes expuestas. Dicho de otra manera: algunas propiedades específicas de las tecnologías (esto es, su régimen tecnológico) afectan de modo crucial a la estructura de las actividades innovadoras y a la dinámica de la población de innovadores a través de sectores diferentes.¹⁷

De acuerdo con Malerba y Orsenigo (1995), un régimen tecnológico puede ser definido por la particular combinación de cuatro factores fundamentales:

1. Las condiciones de oportunidad, que reflejan la probabilidad de innovar para una cantidad dada de dinero invertida en investigación. Con relación a la oportunidad, cuatro básicas dimensiones pueden ser identificadas: el nivel (las oportunidades pueden ser altas o bajas), la variedad (las soluciones tecnológicas, enfoques y actividades son más variados, por ejemplo, en las primeras fases del ciclo de vida de la industria, que en las últimas), la generalidad o “pervasiveness” (el grado en que el nuevo conocimiento puede aplicarse a múltiples productos y mercados o a pocos) y las fuentes (avances

¹⁶ Bresci y Malerba (1997: 153-154) señalan la necesidad de introducir una dimensión más en el SIS: la organización de las empresas, en la que se considerarían aspectos tales como la especialización, integración vertical, diversificación y redes formales e informales.

¹⁷ Bresci y Malerba completan su afirmación adicional al señalar, en un momento dado, que los SSI y los RT van probablemente a evolucionar conjuntamente. En otras palabras, no sólo son los SSI los que son afectados por factores que son tecnológico-específicos (esto es, por los RT), sino que el modo en que las actividades innovadoras se organizan dentro de un sector (esto es, el SSI) modificará probablemente algunos de los parámetros que definen el régimen tecnológico predominante. Por otra parte, estos autores reconocen que los RT no son el único (e incluso, no necesariamente el más importante) factor que afecta el modo en que los SIS están organizados; hay factores propios del país que también influyen en la organización de las actividades innovadoras en una determinada industria.

científicos en las universidades; aprendizaje endógeno vía I+D, equipamiento e instrumentación; fuentes externas de conocimiento vía proveedores y usuarios).

2. Las condiciones de apropiación, que compendian las posibilidades de proteger la innovación de la imitación y de cosechar los beneficios de las actividades innovadoras. Con relación a la apropiación, dos básicas dimensiones pueden ser identificadas: el nivel (alto o bajo) y los medios de apropiación (patentes, secreto, innovación continua y el control de activos complementarios).
3. La naturaleza acumulativa, que indica el grado de correlación en serie entre innovaciones y entre actividades innovadoras (es decir, la probabilidad de innovar en el momento $t+l$ depende de las innovaciones en el momento t o de las innovaciones en un período previo). A este respecto, se identifican cuatro niveles de acumulación: el nivel tecnológico, el nivel de la empresa, el nivel sectorial y el nivel local.
4. La base de conocimiento, que indica las propiedades del conocimiento en que se basan las actividades innovadoras de las empresas. Dos características fundamentales de la base de conocimiento son tomadas en consideración: la naturaleza del conocimiento (genérico/específico, tácito/codificado, simple/complejo, independiente/parte de un sistema) y los medios de transmisión del conocimiento (informales, tales como conversaciones cara a cara, enseñanza y formación del personal, movilidad del personal o reclutamiento de grupos de personas; o formales, tales como publicaciones, licencias, patentes, etc.).

Una característica del enfoque de los SIS que lo hace sumamente atractivo es que las dimensiones que Bresci y Malerba seleccionan de los mismos son mensurables y pueden ser empíricamente verificadas para un amplio conjunto de industrias. En su trabajo, por ejemplo, realizado a partir de los datos de la Oficina Europea de Patentes, establecen y calculan una serie de indicadores relativos a las dimensiones seleccionadas de los SSI para seis grandes países avanzados. Igualmente, a partir de la encuesta PACE (Policy Appropriability and Competitiveness of Europe) y de la definición de los indicadores de RT que ella posibilita, obtienen medidas de las condiciones de oportunidad, apropiación y de acumulación de varios sectores. Otra muestra de su posibilidad de aplicación empírica la tenemos en el estudio realizado para España por Fonfría y Granda (1999), siguiendo la metodología establecida por los autores antes citados.

4. TIPOS DE ANÁLISIS Y DIFICULTADES PARA SU REALIZACIÓN

Siguiendo a la OECD (1999, p. 24), podríamos diferenciar distintos niveles de análisis en los estudios de SNI:

- 1) Estudios de nivel micro.

Este tipo de estudios se centran en las capacidades internas de la empresa y en los vínculos que rodean una o unas pocas empresas, y examinan sus relaciones de conocimiento con otras empresas y con instituciones no-mercado del sistema de innovación, con objeto de identificar vínculos insatisfactorios en la cadena de valor. Este tipo de estudios a quien principalmente interesan es a la empresa implicada, y suelen ser desarrollados por empresas consultoras; no obstante, cuando sus resultados se ponen en relación adecuadamente con cuestiones más amplias, pueden enriquecer también la comprensión de los artífices de las políticas.

2) Estudios de nivel meso.

Este tipo de estudios analizan los vínculos de conocimiento entre empresas con características comunes que interactúan, y utilizan para ello tres tipos principales de agrupación o clusterización: sectorial, espacial y funcional.

- Cluster sectorial o industrial: incluye a suministradores, institutos de investigación y formación, mercados, transporte, agencias gubernamentales especializadas, finanzas y seguros que están organizados en torno a una base de conocimiento común.
- Cluster regionales: enfatizan los factores locales que subyacen en aglomeraciones geográficas de actividades intensivas en conocimiento altamente competitivas.
- Cluster funcionales: usan técnicas estadísticas (p.ej. análisis de componentes principales y clasificaciones automáticas) para identificar grupos de empresas que comparten ciertas características (p.ej. un estilo de innovación común o ligazones externas de un tipo específico).

3) Estudios de nivel macro.

Son de dos tipos: macro-clusterización y análisis funcionales de flujos de conocimiento.

- Macro-clusterización: contempla la economía como una red de clusters sectoriales interconectados, de modo que se identifican y analizan todos los cluster existentes en la economía de un país.
- Análisis funcional: contempla la economía como una red de instituciones y crea mapas de las interacciones de conocimiento entre ellos. Ello comporta la medición de diferentes tipos de flujos de conocimiento: i) interacciones entre empresas; ii) interacciones entre empresas, universidades e institutos de investigación pública (incluyendo investigación conjunta, co-patentes, co-publicaciones y ligazones más informales); iii) otras interacciones que soportan la innovación (financiación de la innovación, formación técnica, servicios de investigación e ingeniería, servicios de mercado, etc.); iv) difusión tecnológica (incluyendo índices de adopción industrial de nuevas tecnologías y de difusión

por maquinaria y equipo); v) movilidad personal (principalmente de personal técnico, dentro y entre los sectores privado y público).

La realización de estudios empíricos en los niveles anteriormente mencionados choca hoy día con notables dificultades. Como ha podido ir observándose a lo largo de este trabajo, a pesar de los enormes avances realizados, todavía persisten problemas teóricos de definición, conceptualización y comprensión (p.e. clasificación completa de tipos de innovación, conocimiento de los determinantes de la innovación, identificación precisa y ordenación de las funciones que desempeñan los sistemas de innovación...).

Incluso en los casos en que conceptualmente el problema está resuelto, faltan instrumentos de medida y estadísticas adecuadas que permitan cuantificar y verificar empíricamente las proposiciones establecidas teóricamente. Son grandes los avances realizados en esta área (p.e. la aparición de la encuesta comunitaria sobre innovación) y los analistas han hecho un uso ingenioso y original de una amplia gama de estadísticas para la medición de los diversos aspectos del cambio tecnológico.¹⁸ A pesar de todo ello, Freeman (1994) resume claramente la situación resultante: “Como los neo-schumpeterianos ciertamente reconocen, persisten serias carencias y problemas con las estadísticas disponibles. . . . Tenemos medidas de ‘intensidad de capital’ y de ‘intensidad de energía’, pero no de ‘intensidad de conocimiento’. . . . Ahora que el papel de la ‘inversión intangible’ ha sido reconocido de modo generalizado como tan o más importante incluso que la inversión fija, debería ser posible hacer progresos significativos. . . . Como la introducción de la OCDE señala, estas encuestas (Navarro: se refiere a las encuestas sobre innovación) son ‘bastante heterogéneas en sus objetivos, métodos, definiciones y demás’, pero, no obstante, han aumentado considerablemente nuestro conocimiento sobre la innovación. . . . Es de esperar que eso será seguido por trabajos posteriores sobre servicios científicos y técnicos, inversiones intangibles, difusión de innovaciones y habilidades. Sin embargo, persisten todavía serios problemas de definición, clasificación y medida que habrán de ser resueltos en todas estas áreas”.¹⁹ pp. 488-489)

Esa carencia de estadísticas disponibles ha conducido a que buena parte de los estudios empíricos que se han llevado a cabo desde el enfoque de los SNI sean meras “descripciones cualitativas detalladas de las diferencias entre países” (Stern et al. 2001, p. 5); a lo que habría que añadir, como bien señala Lundvall (1992a): “la falta de una base teórica común y explícita en esos trabajos y el hecho de que los elementos analizados son idiosincrásicos y que reflejan los especiales intereses de cada autor” (p. 18).

Hay que reconocer, no obstante, que cuando analistas como Stern, Porter y Furman (2000), tras criticar el hecho anteriormente señalado, intentan superarlo y tratan de “capturar las consecuencias de esas diferencias entre sistemas de innovación mediante medidas de variación sutiles (“nuanced”) pero observables” (p. 5), los

¹⁸ En Buesa et al. (2001) se analizan las ventajas y desventajas de los diferentes indicadores existentes para el estudio de los sistemas de innovación del País Vasco y Navarra, que son prácticamente los mismos que hay disponibles para el estudio del sistema de innovación español.

¹⁹ Véase, asimismo, sobre estos problemas conceptuales y sobre la carencia de instrumentos de medida adecuados Mytelka y Smith (2001, p. 16).

indicadores que utilizan para reflejar “el entorno agregado para la innovación en los cluster industriales de una nación” y “la fuerza de las ligazones entre los cluster industriales y la infraestructura común de innovación” son un tanto burdos, a saber: el porcentaje de gasto total de I+D financiado por el sector privado y el porcentaje que supone el gasto en I+D ejecutado por la Universidad sobre el gasto en I+D del total de la economía, respectivamente. Con indicadores tan agregados se difuminan las diferencias existentes entre los distintos SNI.

Como muestra de lo que decimos, cabe hacer referencia a las conclusiones a que llega la OECD (1999): “Por ejemplo, de acuerdo con los datos agregados, el papel de los sectores público y privado en la financiación y ejecución de I+D es casi idéntico en Suecia y Suiza, pero estos países difieren notablemente en cómo la I+D está organizada y ejecutada. En Suiza, las autoridades regionales (cantones) contribuyen de modo significativo (37% en 1992) a la financiación de la universidad, mientras que la mayor parte de la aportación federal es indirecta y canalizada por los Institutos Federales de Tecnología e institutos de investigación asociados. En Suecia, por el contrario, más del 55% de la financiación universitaria proviene directamente del Ministerio de Educación, cerca del 17% es canalizado desde el Ministerio de Educación por los consejos de investigación y el resto es financiado por agencias de I+D de ministerios especializados. Además, el gobierno sueco juega un papel más importante que el suizo en la financiación de la I+D del sector privado, debido principalmente a la financiación que proporciona el Ministerio de Defensa” (p. 34). En particular, para evitar esta difuminación de diferencias, la OCDE ha puesto en marcha, dentro del proyecto de Sistemas Nacionales de Innovación, un grupo de trabajo para elaborar mapas institucionales: “La elaboración de mapas institucionales permite mirar más allá de los agregados estadísticos a los principales financiadores y proveedores de los diferentes tipos de investigación (básica, precompetitiva, aplicada y experimental); al grado de (formalizada) integración y coordinación de políticas; al grado de centralización de la financiación; a si el gobierno juega un papel directo o actúa principalmente a través de instituciones intermediarias; al papel de las instituciones de transferencia tecnológica; etc. La elaboración de mapas institucionales, aunque no se encuentra todavía estandarizada, está ya disponible para 11 países y destaca diferencias institucionales importantes que complementan los datos agregados” (p. 34)

Señalemos, por último, que no hay apenas trabajos que intenten llevar a cabo clasificaciones de los SNI existentes. Unas de las pocas excepciones que cabría mencionar en esta línea son los trabajos llevados a cabo por el enfoque de los Sistemas Sociales de Innovación y Producción, al que hemos hecho referencia en el primer apartado. En Amable y Petit (2001), que actualizan y amplían un trabajo anterior efectuado por Amable, Barré y Boyer (1997), se identifican unas agrupaciones de países considerando únicamente datos empíricos relacionados con los campos científico y tecnológico, con la estructura económica, con el sistema educativo y con el mercado de trabajo, en lo que podría considerarse una concepción amplia de los SNI; y posteriormente, se identifican otras agrupaciones de países, considerando conjuntamente con los datos anteriores otros relacionados con la internacionalización y con el área financiera.

Las agrupaciones que resultan para los datos ligados a la concepción ampliada de los SNI son las siguientes:

- Países basados en los mercados: EEUU, Reino Unido, Canadá, Australia y Noruega
- Países social demócratas: Finlandia, Suecia y Dinamarca.
- Países mesocorporatistas: Japón y Corea
- Países de la integración europea: Francia, Alemania, Holanda, Bélgica, Irlanda
- Variante alpina europea: Austria y Suiza
- Variante mediterránea europea: España, Italia, Grecia y Portugal.

Del detallado comentario que efectúan Amable y Petit sobre estas agrupaciones, destacaremos algunos de los puntos que juzgamos más interesantes: 1) las agrupaciones resultantes siguen estando compuestas por países poco homogéneos entre sí: dos países pueden asemejarse en una de las variables y distinguirse en otra; 2) aunque se aprecia un cierto avance a lo largo del tiempo en los mecanismos basados en los mercados en casi todos los países, ese avance no es radical y no da lugar a una generalizada convergencia hacia dicho modelo; 3) se observa igualmente, como rasgo común a todas las agrupaciones, un gasto creciente en I+D, así como en la actividad económica y actividad investigadora de sectores ligados a la biología y a las tecnologías de la información, que refleja el advenimiento de la nueva economía; 4) cuando para las agrupaciones de países tomamos en cuenta además del SNI en sentido amplio también la internacionalización, se producen notables cambios en las agrupaciones antes obtenidas (p.ej. Alemania y Francia pasar a estar en diferentes grupos), y si asimismo se considera la financiación, se acentúa la falta de homogeneidad entre los países europeos.

BIBLIOGRAFÍA MENCIONADA

- Amable, B. y Petit, P. (2001). The Diversity of Social Systems of Innovation and Production during the 1990^s. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.
- Amable, B., Barré, R. y Boyer, R. (1997). *Les systèmes d'innovation à l'ère de la globalisation*. Paris: Economica.
- Braczik, H.J., Cooke, P. y Heidenrieck, R. (eds.) (1996). *Regional innovation systems*. London: London University Press.
- Bresci, S. y Malerba, F. (1997). Sectorial Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 130-155). London and Washington: Pinter.
- Buesa, M., Navarro, M., Molero, J., Aranguren, M. J. y Olarte, F. J. (2001). *Indicadores de la ciencia, la tecnología y la innovación: metodología y fuentes para la CAPV y Navarra* Eusko Ikaskuntza, Cuadernos de Sección. Ciencias sociales y económicas. San Sebastián. (De próxima aparición)

- Carlsson, B. (1994). Technological systems and Economic Performance. En Dodgson, M. y Rothwell, R. *The handbook of industrial innovation* (pp. 13-24). Aldershot: Edward Elgar.
- Carlsson, B. (ed.) (1995). *Technological systems and economic performance: the case of factory automation*. Dordrecht: Kluwer.
- Carlsson, B. y Jacobsson, S. (1997). Diversity Creation and Technological Systems: A technology Policy Perspective. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 267-293). London and Washington: Pinter.
- Cooke, P., Gómez Uranga, M. y Etxebarria, G. (1997). Regional Systems of Innovation: Institutional and Organisational Dimensions. *Research Policy*, 26, 474-491.
- Dosi, G. (1988). Sources, procedures and microeconomics effects of innovation. *Journal of Economic Literature*, vol 36, 1126-1171.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silververg, G. y Soete, L. (eds.) (1988). *Technical Change and Economic Theory*. London and New York: Pinter.
- Edquist, C. (1997a): Systems of Innovation Approaches- Their Emergence and Characteristics. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 1-35). London and Washington: Pinter.
- Edquist, C. (ed.) (1997b). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations*. London and Washington: Pinter.
- Edquist, C. y Lundvall, B.-A. (1993). Comparing the Danish and Swedish Systems of Innovation. En Nelson, R. R. (ed.). *National Systems of Innovation: A Comparative Study* (pp. 265-298). Oxford: Oxford University Press.
- Edquist, C. y Johnson, B. (1997). Institutions and Organizations in Systems of Innovation. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 41-63). London and Washington: Pinter.
- Fonfría, A. y Granda, I. (1999). Innovación y tecnología. Una contrastación empírica de los regímenes tecnológicos schumpeterianos. *Información Comercial Española* nº 781, 23-43.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- Freeman, C. (1994). The economics of technical change: a critical survey article. *Cambridge Journal of Economics*, 18, 463-514.
- Freeman, C. (1997). The 'national system of innovation' in historical perspective. En Archibugi, D. y Michie, J. (eds.). *Technology, Globalisation and Economic Performance* (pp. 24-49). Cambridge: Cambridge University Press.
- Freeman, C. y Pérez, C. (1988). Structural crises of adjustment, business cycles and investment behaviour. En Dosi, G., et al. (eds.). *Technical Change and Economic Theory* (pp. 38-66). London and New York: Pinter.
- Galli, R. y Teubal, M. (1997). Paradigmatic Shifts in National Innovation Systems. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 342-370). London and Washington: Pinter.
- Guerrieri, P. y Tylecote, A. (1997). Interindustry Differences in Technical Change and National Patterns of Technological Accumulation. En Edquist, C. (ed.). *Systems of Innovation. Technologies, Institutions and Organizations* (pp. 107-129). London and Washington: Pinter.
- Johnson, A. (2001). Functions in Innovation System Approaches. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.
- Johnson, B. (1992). Institutional learning. En Lundvall, B.-A. (ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 23-44). London: Pinter.
- Jones, C. I. (2000). *Introducción al crecimiento económico*. México: Pearson Educación.

- Lundvall, B.-A. (1992a). Introduction. En Lundvall, B.-A. (ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning* (pp. 1-19). London: Pinter.
- Lundvall, B.-A. (ed.) (1992b). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Pinter.
- Lundvall, B.-A., Johnson, B., Andersen, E. S., Dalum, B. (2001). National systems of production, innovation and competence building. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.
- Malerba, F. y Orsénigo, L. (1995). Schumpeterian patterns of innovation. *Cambridge Journal of Economics*, 19 (1), 47-66.
- Marceau, J. (1994). Clusters, Chains and Complexes: Three Approaches to Innovation with a Public Policy Perspective. En Dodgson, M. y Rothwell, R. (eds.) *The handbook of industrial innovation* (pp. 3-12). Aldershot: Edward Elgar.
- Marshall, A. (1963). *Principios de economía*. Madrid: Aguilar.
- Marsili, O. y Verspagen, B. (2001). Technological Regimes and Innovation: Looking for Regularities in Dutch Manufacturing. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.
- Metcalfe, S. (1997). Technology systems and technology policy in an evolutionary framework. En Archibugi, D. y Michie, J. (eds.). *Technology, Globalisation and Economic Performance* (pp. 268-296). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mytelka, L. K. y Smith, K. (2001). Innovation Theory and Innovation Policy: Bridging the Gap. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.
- Nelson, R. R. (1993a). A retrospective. En Nelson, R. R. (ed.). *National Systems of Innovation: A Comparative Study* (pp. 505-523). Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. (ed.) (1993b). *National Systems of Innovation: A Comparative Study*. Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. y Rosenberg, N. (1993). Technical innovation and national systems. En Nelson, R. R. (ed.). *National Systems of Innovation: A Comparative Study* (pp. 3-21). Oxford: Oxford University Press.
- OECD (1980). *Technical Change and Economic Policy*. Paris, OECD.
- OECD (1992). *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris, OECD.
- OECD (1997a). *Oslo Manual* (2ª ed.). Paris, OECD.
- OECD (1997b). *National Innovation Systems*. [Documento [www](http://www.oecd.org/dsti/sti/)]. Dirección en Internet: <http://www.oecd.org/dsti/sti/>
- OECD (1999). *Managing National Innovation Systems*. Paris, OECD.
- Patel, P. y Pavitt, K. (1994). Patterns of technological activity. En Stoneman, P. (ed.) *Handbook on the Economics of Innovation and Technical Change*. Oxford: Blackwell.
- Pavitt, K. (1984). Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy* vol. 7, nº 1-2, 77-99.
- Porter, M. E. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. London y Basingstoke: The Macmillan Press.
- Porter, M. E. (1998a). Cúmulos y competencia. Nuevos objetivos para empresas, Estados e instituciones. En Porter, M. E. *Ser competitivos. Nuevas aportaciones y conclusiones* pp. 203-288. Bilbao: Ediciones Deusto.
- Porter, M. E. (1998b). Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, noviembre-diciembre, 77-90.
- Rickne, A. (2001). Assessing the Functionality of an Innovation System. Paper presented to *DRUID Conference*, Aalborg, June 2001.

Sala-i-Martin, X. (2001). *Apuntes de crecimiento económico (2ª ed.)*. Barcelona: Antoni Bosch editor.

Stern, S., Porter, M. E. y Furman, J. L. (2000). The Determinants of National Innovative Capacity. Working paper 7876. National Bureau of Economic Research, INC.

Whitley, R. (2000). *Divergent Capitalisms. The social structuring and change of business systems*. Oxford: Oxford University Press.

(Los papeles de trabajo presentados a la *DRUID Conference*, Aalborg, junio de 2001, están disponibles en la dirección de internet siguiente: <http://www.business.auc.dk/druid/conferences/nw/confpapers.html>)

TÍTULOS PUBLICADOS

- 1.- *Tamaño empresarial e innovación tecnológica en la economía española*. Mikel Buesa y José Molero. (1996).
- 2.- *La industria española en el marco europeo. Un análisis en la perspectiva sectorial y empresarial*. Mikel Buesa. (1996).
- 3.- *Nivel de desarrollo y composición del comercio: el contenido tecnológico de las exportaciones*. Miguel Carrera Troyano y Montserrat Casado Francisco. (1997).
- 4.- *Factores tecnológicos y estructurales explicativos de la internacionalización de las empresas innovadoras*. Antonio Fonfria Mesa. (1997).
- 5.- *La innovación tecnológica en la empresa española. Resultados de la encuesta IAIF-CDTI (1995)*. José Molero, Mikel Buesa, Carlos M. Fernández, Juan C. Jiménez, Keith Pavitt, Vicent Lerville, Danielle Archibugi, Miguel Carrera, Antonio Fonfria, Joost Heijs. (1997).
- 6.- *Internationalisation of technical change and the intermediate countries. A preliminary approach from the experience of South European economies*. José Molero. (1997).
- 7.- *Comportamiento tecnológico y pautas de internacionalización: un análisis comparado de las economías europeas*. Inés Granda. (1997).
- 8.- *I+D, capital humano y crecimiento económico en los países de la Unión Europea, 1960-1995*. Adolfo Gutiérrez de Gandarilla y Ana López. (1998).
- 9.- *Multinational and national firms in the process of technology internationalization: Spain as an intermediate case*. José Molero Zayas. (1998).
- 10.- *La política científica y tecnológica en las regiones españolas*. Antonio Fonfria, Joost Heijs, Fernando Jiménez, José Luis Zofío y Beatriz Presmanes. (1998).
- 11.- *Regional technology policy and innovations systems: A comparative study of Germany and Spain*. Joost Heijs. (1998).
- 12.- *The diffusion of the low interests credits for R&D projects offered by the Spanish Government within the Spanish production structure*. Joost Heijs. (1998).
- 13.- *I+D e innovación tecnológica en las regiones españolas*. Mikel Buesa. (1998).
- 14.- *Patrones de Innovación y política tecnológica*. Antonio Fonfria Mesa. (1999).
- 15.- *De los modelos de innovación a los regímenes tecnológicos schumpeterianos*. Antonio Fonfria Mesa e Inés Granda Gayo. (1999).

16.- *Formas de Internacionalización. Un estudio aplicado*. Adolfo Gutiérrez de Gandarilla Saldaña y Luis Javier Heras López. (1999). (Existe la versión en inglés de este documento).

17.- *Difusión de los créditos del CDTI en las empresas innovadoras del País Vasco y Navarra*. Joost Heijs. (1999).

18.- *Innovation and Internationalisation Policies in Spain: Special Consideration of Less Developed Areas*. José Molero y Antonio Fonfría. (2000).

19.- *El Control de los intercambios internacionales de armamento y tecnologías de doble uso: el caso de España*. Mikel Buesa. (2000).

20.- *Patrones tecnológicos y competitividad: un análisis de las empresas innovadoras en el País Vasco*. Mikel Buesa y Arantza Zubiaurre. (2000).

21.- *Public finance of the R&D activities in enterprises: Role and impact of the Spanish low interest credits for R&D*. Joost Heijs (2000).

22.- *Intervencionismo estatal durante el franquismo tardío: un análisis del condicionamiento industrial*. Mikel Buesa y Luis E. Pires (2001).

23.- *Nuevas pautas de internacionalización de la I+D de las empresas multinacionales estadounidenses*. Ana Bellver (2001).

24.- *Sistemas nacionales y regionales de innovación y política tecnológica: Un aproximación teórica*. Joost Heijs (2001)

25.- *Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico*. Joost Heijs (2001).

26.- *Los sistemas nacionales de innovación: una revisión de la literatura*. Mikel Navarro (2001).

Normas de edición para el envío de trabajos:

Texto: Word para Windows

Tipo de letra del texto: Times New Roman 12 Normal

Espaciado interlineal: Sencillo

Tipo de letra de las notas de pie de página: Times New Roman 10 Normal

Numeración de páginas: Inferior centro

Cuadros y gráficos a gusto del autor indicando programas utilizados

En la página 1, dentro de un recuadro sencillo, debe figurar el título (en negrilla y mayúsculas), autor (en negrilla y mayúsculas) e institución a la que pertenece el autor (en letra normal y minúsculas)

En la primera página del trabajo, se deberá incluir un *Resumen* en español e inglés (15 líneas máximo), acompañado de *palabras clave*

Los trabajos habrán de ser enviados en papel y en soporte magnético a la dirección del Instituto de Análisis Industrial y Financiero.

